

ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 13577

(13) U

(45) 2024.10.20

(51) МПК

G 01S 13/32 (2006.01)

(54) БОРТОВОЙ РАДИОВЫСОТОМЕР ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

(21) Номер заявки: u 20240085

(22) 2024.04.12

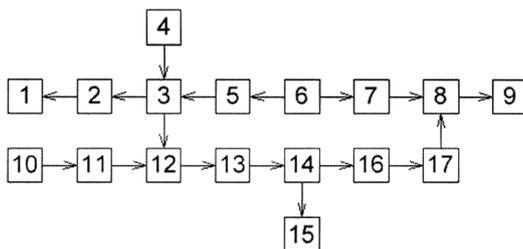
(71) Заявитель: Учреждение образования "Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники" (ВУ)

(72) Авторы: Забеньков Игорь Иванович; Гусинский Александр Владимирович; Солонович Сергей Сергеевич; Свирид Максим Сергеевич; Ворошень Алексей Владимирович (ВУ)

(73) Патентообладатель: Учреждение образования "Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники" (ВУ)

(57)

Бортовой радиовысотомер летательного аппарата, содержащий передающую антенну, вход которой соединен с выходом усилителя мощности, вход которого соединен с выходом модулятора, первый вход которого соединен с СВЧ-генератором, а второй его вход соединен с выходом интегратора, вход которого соединен с выходом делителя тактовой частоты, вход которого соединен с выходом генератора тактовых импульсов, а также последовательно соединенные приемную антенну и входной усилитель, выход которого соединен с первым входом балансного смесителя, второй вход которого соединен со вторым выходом модулятора, а его выход соединен с выходом логарифмического усилителя, вход которого соединен с выходом частотного дискриминатора, отличающийся тем, что первый выход частотного дискриминатора соединен со входом индикатора малых высот, второй выход частотного дискриминатора соединен со входом дифференциатора, выход которого соединен с входом ограничителя, выход которого соединен с управляющим входом счетчика импульсов тактовой частоты, счетный вход которого соединен с выходом генератора тактовых импульсов, а выход счетчика импульсов тактовой частоты соединен со входом индикатора больших высот.



Фиг. 1

ВУ 13577 U 2024.10.20

(56)

1. RU 2789508, 2023.
2. RU 186371 U, 2019.
3. RU 2519952 C2, 2014.

Полезная модель относится к области радиолокации и может быть использована в качестве радиовысотомера для летательных аппаратов.

Известен радиовысотомер с линейной частотной модуляцией [1], содержащий модулятор, сумматор, управляемый напряжением генератор несущей частоты, усилитель мощности, передающую антенну, делитель несущей частоты, приемную антенну, усилитель высокой частоты, балансный смеситель, усилитель-ограничитель разностной частоты, генератор опорной частоты, частотомер, интерфейс, фазовый детектор, фильтр низкой частоты, фазосдвигающую цепь, второй балансный смеситель, второй усилитель-ограничитель разностной частоты, перемножитель и удвоитель частоты.

Недостатками данного радиовысотомера являются высокие массогабаритные характеристики и большое потребление электрической энергии от аккумулятора, что не подходит для применения в летательных аппаратах.

Известен радиолокационный радиовысотомер с линейной частотной модуляцией [2], содержащий последовательно соединенные устройство поиска-слежения, модулятор, генератор СВЧ, излучающую антенну, приемную антенну, приемник, частотный дискриминатор, интегратор устройства поиска-слежения, схему согласования, обнаружитель, а также многовходовый элемент, входы которого соединены с контрольными выходами всех контролируемых функциональных элементов РВ, устройство согласования уровней напряжений, измеритель числа импульсов преобразованного сигнала за измерительный интервал периода модуляции, двухпороговую схему сравнения данных, при этом вход элемента согласования соединен с выходом усилителя-ограничителя, вход разрешения счета измерителя числа импульсов соединен с выходом модулятора, соединенного одновременно со входом первого измерителя периода модуляции, выход первого измерителя соединен со вторым входом двухпороговой схемы сравнения данных, выход которой соединен с одним из входов многовходового элемента, объединяющего признаки отказов функциональных элементов радиовысотомера.

Недостатками радиовысотомера являются значительная сложность, высокие массогабаритные характеристики и большое потребление электрической энергии от аккумулятора, что не подходит для применения в летательных аппаратах.

Наиболее близким к заявляемому бортовому радиовысотомеру является радиолокационный радиовысотомер с частотно-модулированным зондирующим сигналом [3], содержащий последовательно соединенные приемную антенну, смеситель, усилитель разностной частоты с автоматической регулировкой усиления, частотный дискриминатор, блок цифрового управления скоростью перестройки частоты передатчика, модулятор, передатчик частотно-модулированного сигнала и передающую антенну, генератор тактовых импульсов, выход которого соединен со вторым входом частотного дискриминатора, второй выход передатчика частотно-модулированного сигнала соединен со вторым входом смесителя, отличающийся тем, что в него введен блок контроля, управления и расчета высоты, вход которого соединен с выходом блока цифрового управления скоростью перестройки частоты передатчика, при этом усилитель разностной частоты и дискриминатор выполнены управляемыми, а их управляющие входы соединены соответственно с первым и вторым выходами блока контроля, управления и расчета высоты.

Недостатком прототипа является низкая точность измерения высоты.

BY 13577 U 2024.10.20

Технической задачей, на решение которой направлена заявленная полезная модель, является повышение разрешающей способности, чувствительности и точности измерения больших высот, снижение потребления энергии аккумулятора.

Решение поставленной задачи достигается тем, что предложенное устройство содержит передающую антенну, вход которой соединен с выходом усилителя мощности, вход которого соединен с выходом модулятора, первый вход которого соединен с СВЧ-генератором, а второй его вход соединен с выходом интегратора, вход которого соединен с выходом делителя тактовой частоты, вход которого соединен с выходом генератора тактовых импульсов, а также последовательно соединенные приемную антенну и входной усилитель, выход которого соединен с первым входом балансного смесителя, второй вход которого соединен со вторым выходом модулятора, а его выход соединен с выходом логарифмического усилителя, вход которого соединен с выходом частотного дискриминатора, отличается тем, что первый выход частотного дискриминатора соединен со входом индикатора малых высот, второй выход частотного дискриминатора соединен со входом дифференциатора, выход которого соединен с входом ограничителя, выход которого соединен с управляющим входом счетчика импульсов тактовой частоты, счетный вход которого соединен с выходом генератора тактовых импульсов, а выход счетчика импульсов тактовой частоты соединен со входом индикатора больших высот.

На фиг. 1 представлена структурная схема бортового радиовысотомера.

На фиг. 2 представлены осциллограммы разностного сигнала; а) до ограничения, б) после ограничения.

На фиг. 3 представлены эпюры работы синхронных детекторов, не чувствительных к фазе.

На фиг. 1 представлена структурная схема бортового радиовысотомера, содержащего последовательно соединенные передающую антенну (1), усилитель мощности (2), модулятор (3), СВЧ-генератор (4), интегратор (5), делитель тактовой частоты (6), генератор тактовых импульсов (7), счетчик импульсов тактовой частоты (8) и индикатор больших высот (9), последовательно соединенные приемную антенну (10), входной усилитель (11), балансный смеситель (12), логарифмический усилитель (13), частотный дискриминатор (14), индикатор малых высот (15), дифференциатор (16) и ограничитель (17), выход которого соединен с управляющим входом счетчика импульсов тактовой частоты (8).

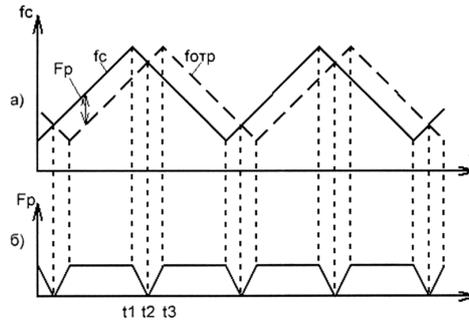
Последовательность работы устройства состоит в следующем. Передающая антенна (1) излучает направленный на поверхность узкий радиолуч, сформированный собственно самой антенной, усилителем мощности (2), модулятором (3), СВЧ-генератором (4), интегратором (5), который формирует симметричный модулирующий сигнал из прямоугольных импульсов, полученных после делителя тактовой частоты (6), напряжение которого создается генератором тактовых импульсов (7), и счетчика импульсов тактовой частоты (8), начало счета и сброс которого управляются передним и задним фронтами импульса, поступающими из приемного тракта. Приемный тракт отраженного от поверхности радиолуча содержит последовательно соединенные приемную антенну (10), входной усилитель (11), балансный смеситель (12), логарифмический усилитель (13) и частотный дискриминатор (14), выделяющие напряжение сигнала разностной частоты F_p , максимальное значение которого пропорционально измеряемой высоте и фиксируется индикатором малых высот (15). Со второго выхода частотного дискриминатора (14) через дифференциатор (16) и ограничитель (17), служащие для формирования импульса, управляющего счетчиком импульсов тактовой частоты (8).

Принцип работы предложенной полезной модели состоит в измерении величины разностной частоты F_p между излучаемым передающей антенной СВЧ радиосигналом f_c , модулированным по частоте, и принятого приемной антенной отраженным $f_{отр}$ сигналом (фиг. 2, а), образованным путем их смешивания в один момент времени в балансном смесителе или измерении временного промежутка между излучаемым и отраженным сигналами путем выделения этого промежутка из сигнала разностной частоты. При этом выбор

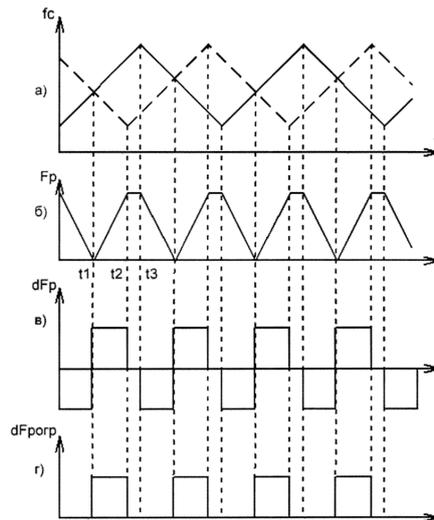
одного из этих вариантов зависит от величины времени накопления энергии обрабатываемого в приемном тракте слабого отраженного сигнала. При измерении больших высот отраженный сигнал значительно меньше по амплитуде, чем сигнал, получаемый приемной антенной при измерении малых высот. Поэтому измерение малых высот предпочтительно проводить на временном интервале t_2-t_3 (фиг. 2, а, б), при этом измерять величину разностной частоты F_p , которая пропорциональна измеряемой высоте.

Измерение больших высот предпочтительно проводить на временном интервале t_1-t_2 (фиг. 3, а, б), при этом измерять длительность этого временного интервала, которая также пропорциональна измеряемой высоте. При этом возникает задача технической фиксации интервала t_1-t_2 . Она решается путем дифференцирования сигнала разностной частоты dF_p (фиг. 3, в, г) и выделения переднего t_1 и заднего t_2 фронтов импульса $dF_{\text{порп}}$, который заполняется тактовыми импульсами, число которых пропорционально длительности измеряемого интервала t_1-t_2 , а фронты импульса управляют временем начала счета и сброса.

Таким образом, предлагаемый радиовысотомер в сравнении с прототипом характеризуется улучшенной чувствительностью и повышенной точностью измерения в области больших и малых высот за счет увеличения времени накопления принимаемого сигнала и раздельной индикации.



Фиг. 2



Фиг. 3